

<b>FACOLTÀ</b>	Scienze MM. FF. NN.
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2014-2015
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Fisica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Laboratorio di Astrofisica
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Astronomia e Astrofisica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	04149
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/05
<b>DOCENTE RESPONSABILE (MODULO 1)</b>	Marco Barbera Professore Associato Università degli Studi di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	78
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	72
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	Secondo
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Le lezioni di didattica frontale vengono svolte in aula C del DiFC, via Archirafi 36. Le attività di laboratorio vengono svolte presso: - la "Specola" del DiFC a Palazzo dei Normanni; - la "X-Ray Astronomy Calibration and Testing Facility" dell'INAF-OAPA sita in via G.F. Ingrassia 31.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni di laboratorio
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa/Obbligatoria in Laboratorio
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Presentazione di una Tesina e Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Primo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Secondo il calendario approvato dal CdS
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Martedì ore 10-13 e 15-18

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Acquisizione delle conoscenze fondamentali sulla strumentazione utilizzata per la rivelazione di radiazione elettromagnetica in Astronomia, ed in particolare nella banda dei raggi X. Conoscenza delle principali caratteristiche tecniche di alcuni strumenti in uso o in fase di sviluppo (ottiche e rivelatori) e capacità di identificare limiti e punti di forza di questi strumenti per un loro utilizzo scientifico in Astronomia.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Capacità di applicare le conoscenze acquisite per progettare e svolgere un programma di osservazioni astronomiche, ad esempio in banda visibile, oppure un programma di misure in laboratorio nell'ambito di un'attività di sviluppo o calibrazione di strumentazione per la rivelazione e focalizzazione di raggi X.

**Autonomia di giudizio**

Capacità di contribuire, nell'ambito di un programma di misure sperimentali, alla scelta dell'apparato sperimentale idoneo, della procedura di misura da adottare e degli algoritmi per l'analisi e l'elaborazione dei dati. Capacità di interpretare i risultati delle misure e le incertezze sperimentali associate.

**Abilità comunicative**

Capacità di presentare con chiarezza e competenza, sia in forma scritta che orale, i risultati ottenuti da un programma di misure o di analisi dati. Capacità di sintesi nell'esposizione e abilità nell'utilizzo di strumenti grafici per la presentazione dei prodotti di un lavoro scientifico.

**Capacità d'apprendimento**

Capacità di studio e approfondimento su libri di testo, su pubblicazioni scientifiche di Astronomia osservativa ed in particolare di strumentazione per la rivelazione di raggi X, e su rapporti tecnici. Capacità di seguire con profitto seminari e conferenze specialistiche nel settore.

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO "Laboratorio di Astrofisica II"**

Il corso di Laboratorio di Astrofisica fornisce un'introduzione alle principali tecniche di rivelazione di radiazione elettromagnetica usate in Astronomia nelle varie bande dello spettro elettromagnetico ed una discussione dei parametri principali che caratterizzano le prestazioni della strumentazione utilizzata (area efficace, campo di vista, risoluzione angolare, risoluzione energetica, risoluzione temporale). Vengono quindi affrontate con maggiore dettaglio le tecniche osservative usate in Astrofisica delle alte energie descrivendo anche le caratteristiche di alcuni tipi di strumentazione in uso o in fase di sviluppo per le future missioni spaziali. In ultimo, vengono fatti alcuni cenni alle tecnologie del vuoto rilevanti per lo sviluppo e la calibrazione della strumentazione per astrofisica delle alte energie.

Le attività di laboratorio sono articolate in due moduli: il primo prevede lo svolgimento di un programma di osservazioni con un telescopio ottico dotato di una camera CCD alloggiato nella Specola della sede distaccata del DiFC a Palazzo dei Normanni, il secondo prevede la partecipazione ad un programma di misure sperimentali con strumentazione per la rivelazione di raggi X presso il laboratorio XACT dell'INAF-OAPA.

<b>MODULO</b>	<b>LABORATORIO DI ASTROFISICA</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Astronomia Osservativa: raggi cosmici, radiazione EM, onde gravitazionali.</li> <li>- Assorbimento Atmosferico della radiazione E.M.</li> <li>- Principali caratteristiche di un rivelatore di radiazione E.M. (Efficienza quantica, risoluzione spettrale, risoluzione temporale, risoluzione spaziale, polarizzazione)</li> <li>- Principali caratteristiche di un telescopio (Area efficace, risoluzione angolare).</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interazione radiazione materia nei raggi X</li> <li>- Assorbimento fotoelettrico</li> <li>- Coefficiente di attenuazione di massa di una sostanza monoatomica e di un composto chimico.</li> <li>- Strutture fini di assorbimento</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sorgenti di raggi X in laboratorio.</li> <li>- La sorgente di raggi X ad impatto di elettroni. Emissione di riga e del continuo.</li> </ul>

2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemi di monocromatizzazione dei raggi X</li> <li>- Diffrazione di Fraunhofer da un reticolo, il LETG di Chandra</li> <li>- Diffrazione di Bragg nei cristalli o multistrati</li> <li>- Schemi di monocromatori X: Bragg-Bragg channel cut, Laue-Bragg, Bragg-Bragg a uscita fissa</li> <li>- La soluzione scelta presso la XACT facility</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rivelatori di raggi X</li> <li>- Il contatore proporzionale a gas e gas scintillante;</li> <li>- La piastra a micro canali;</li> <li>- I rivelatori allo stato solido;</li> <li>- I microcalorimetri.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ottiche per raggi X</li> <li>- Principi di funzionamento: Riflessione totale, Diffrazione di Bragg e di Laue, Maschere codificate.</li> <li>- Geometrie: Kirkpatrick-Baez, Wolter, doppio cono, Spirale, Lobster eye</li> <li>- Tecnologie: politura diretta, replica, fogli sottili, micropori di Si, film plastici, ottiche attive.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Veicoli spaziali: palloni, razzi, satelliti</li> <li>- Principali Lanciatori</li> <li>- Satelliti e caratteristiche delle diverse orbite</li> <li>- Misura del tempo, Controllo d'assetto, Puntamento.</li> </ul>
1	- Cenni ad alcune missioni di Astronomia delle Alte Energie attualmente operative o in fase di progettazione e sviluppo.
3	Tecnologie del vuoto. Regime viscoso e molecolare. Velocità di pompaggio, throughput, conduttanza. Contributi principali di gas in regime di alto e ultra alto vuoto. Pompe da vuoto, misuratori di pressione, cercafughe, sonda a quattro poli.
	<b>ESERCITAZIONI</b>
24	<p>1. Laboratorio di Astronomia ottica</p> <p>Svolgimento di un programma di osservazioni fotometriche al Telescopio Celestron C14 dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo. Studio di sorgenti variabili o fotometria assoluta di ammassi.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Introduzione. - Fotometria differenziale e assoluta. Funzionamento e calibrazione di un CCD ottico. Il telescopio Celestron C14 dell'INAF-OAPA.</li> <li>1.2 Scelta delle sorgenti campione e delle sorgenti di riferimento. Ricerca delle sorgenti su cataloghi e verifica della osservabilità delle sorgenti selezionate (es: magnitudine, ampiezza di variabilità, sito osservativo, data di osservazione, etc.).</li> <li>1.3 Determinazione dei tempi di esposizione in funzione delle proprietà delle sorgenti selezionate e delle caratteristiche strumentali;</li> <li>1.4 Svolgimento del programma di taratura dello strumento e osservazione delle sorgenti selezionate;</li> <li>1.5 Analisi dei dati e confronto con i dati pubblicati in letteratura.</li> </ul>
24	<p>2 Laboratorio di Astronomia X</p> <p>Partecipazione ad un programma di misure sperimentali presso il laboratorio XACT dell'INAF-OAPA nell'ambito delle attività di ricerca in corso.</p>

	<p>2.1 Introduzione. - Il laboratorio XACT e le sue principali componenti: sorgente di raggi X a impatto di elettroni, sistema da vuoto, rivelatori di raggi X. Utilizzo e controllo di questi strumenti.</p> <p>2.2 Analisi dell'apparato sperimentale e definizione della tecnica di misura da utilizzare in ragione della quantità da calibrare (trasmissione di materiali, efficienza di rivelazione, risoluzione energetica, capacità d'immagine ed area efficace di ottiche per raggi X, etc.);</p> <p>2.3 Svolgimento del programma di misure;</p> <p>2.4 Analisi dei dati e interpretazione dei risultati.</p>
<p><b>TESTI CONSIGLIATI</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- C.R. Kitchin, 'Astrophysical Techniques', Third Edition 1998, Institute of Physics Publishing, Bristol, UK.</li> <li>- A.G. Michette and C.J. Buckley, 'X-Ray Science and Technology', 1993, Institute of Physics Publishing, Bristol, UK.</li> <li>- G.W. Fraser, 'X-ray Detectors in Astronomy', 1989, Cambridge University Press.</li> <li>- M.V. Zombeck, 'Handbook of Space Astronomy &amp; Astrophysics', Third Edition, 2007, Cambridge Univ. Press.</li> <li>- N. Harris, 'Modern Vacuum Practise', 1989, McGraw-Hill Book Company.</li> <li>- J.H.Moore, C.C.Davis, M.A.Coplan, 'Building Scientific Apparatus', Second Edition, 1989, Addison-Wesley Publishing Company Inc.</li> <li>- Martin Huber et al., "Observing Photons in Space", 2010, Noordwijk, The Netherlands : ESA Communications.</li> </ul>